

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

53 0018 XI



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

(10) DE 196 51 571 A 1

(51) Int. Cl. 6:

B 29 B 17/00

C 08 J 11/08

// B32B 15/08, C08L

23/12, 67/02, 27/06,

25/06, 23/06, 75/04

(21) Aktenzeichen: 196 51 571.8

(22) Anmeldetag: 11. 12. 96

(43) Offenlegungstag: 18. 6. 98

(71) Anmelder:

Kerec Kunststoff- und Elektronikschrött Recycling  
GmbH, Kindberg-Aumühl, AT

(74) Vertreter:

Kuhnen, Wacker & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 85354 Freising

(72) Erfinder:

Narr, Thomas, Dipl.-Ing., 94036 Passau, DE; Giefing,  
Walther, Dipl.-Ing., 94036 Passau, DE

(56) Entgegenhaltungen:

DE 41 29 754 C2

DE 42 07 370 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Recyclingverfahren

(57) Offenbart ist ein Recyclingverfahren zum Aufbereiten  
von Abfällen, die Kunststoffgemische und Kunststoff-Ver-  
bundmaterialien enthalten, bei denen die Kunststoffge-  
mische und Verbundmaterialien eine mechanische Tren-  
nung, eine Naßaufbereitung und einen sich anschließen-  
den Extraktionsschritt durchlaufen.

DE 196 51 571 A 1

DE 196 51 571 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Recyclingverfahren zur Aufbereitung von Abfällen, die Kunststoffgemische und Kunststoff-Verbundmaterialien enthalten.

Im Deutschen Abfallgesetz ist die Pflicht zur Abfallverwertung, das sogenannte Abfallverwertungsgebot verankert. Demgemäß hat die Abfallverwertung, d. h. das Gewinnen von Stoffen oder Energie aus Abfällen dann Vorrang vor der sonstigen Entsorgung, wenn

- die Verwertung technisch möglich ist,
- die hierbei entstehenden Mehrkosten im Vergleich zu anderen Verfahren nicht unzumutbar sind und
- für die gewonnenen Stoffe oder für die gewonnene Energie ein Markt vorhanden ist.

Die Abfallverwertung ermöglicht eine Mehrfachnutzung von Stoffen unter Ersparnis von primären Rohstoffen oder der Ersparnis von primären Energieträgern. Ein besonderes Augenmerk wird bei der Abfallverwertung auf das Recycling von Kunststoffen gerichtet. In dem Fall, in dem die Kunststoffabfälle sortenrein angeliefert werden, bereitet das Recycling nur geringe Probleme, da zumindest die thermoplastischen Kunststoffmaterialien in diesem Fall relativ einfach durch Extrudieren und Granulieren aufbereitbar sind. Problematisch wird die Verwertung von Kunststoffabfällen dann, wenn diese als Kunststoffmischungen oder als Verbundmaterialien angeliefert werden. Typische Kunststoffgemische finden sich beispielsweise in Haushaltsabfällen, die nach dem "Dualen System Deutschland" (DSD) sortiert werden. Die Kunststofffraktion enthält dabei unterschiedlichste Materialien, wie beispielsweise Polystyrol, Polypropylen, Polyethylen und deren Copounds, die ohne Aufbereitung einer weiteren Verwendung nicht zuführbar sind.

Da die beim DSD anfallenden Kunststoffgemische bisher praktisch nicht in gewünschtem Maße in die Einzelkomponenten auftrennbar sind, wurden in den letzten Jahren Verfahren zur Verbesserung der thermischen Verwertung derartiger Abfälle weiterentwickelt. Derartige Ansätze sind jedoch sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht nachteilig, da wertvolle Rohstoffe verloren gehen und ein großer Teil der inneren Energie ungenutzt bleibt.

In den letzten Jahren wurden große Fortschritte bei dem werkstofflichen Recycling von Polyolefin-Kunststoffen erzielt, wie sie beispielsweise für Verpackungen verwendet werden. Insbesondere die Aufbereitung von Folien- und Hohlkörperfraktionen konnte verbessert werden, so daß als Ausgangsprodukt praktisch sortenreine, hochwertige Kunststoffmaterialien zur Verfügung gestellt werden können.

Ein Problem bei der Aufbereitung von Kunststoffabfällen, insbesondere von nicht sortenreinen Kunststoffabfällen, die zum überwiegenden Bestandteil aus Verpackungen stammen, besteht darin, daß an den Kunststoffabfällen Verunreinigungen anhaften. Diese Verunreinigungen können beispielsweise bei Behältern aus von dem Füllgut oder von der Außenseite eindiffundierten Schadstoffen stammen. Des Weiteren sind derartige Verpackungen häufig bedruckt, so daß die Druckfarben ebenfalls entfernt werden müssen.

Zur Entfernung derartiger Verunreinigungen werden üblicherweise Naßaufbereitungssysteme verwendet, bei denen die Kunststoffabfälle mit Wasser behandelt werden. Bei der Aufbereitung werden mehrstufige, mit Wasser arbeitende Reinigungssysteme eingesetzt. Das Recyclat weist nach dieser Naßaufbereitung allerdings einen sehr unangenehmen Geruch und eine undefinierbare Farbe auf und ist daher nur in eingeschränktem Maße weiter verwendbar. D.h. der Anwendungsbereich derartiger Recyclate ist auf Güter be-

schränkt, an die lediglich minimale Qualitätsansprüche gestellt werden beispielsweise Müllsäcke, Parkbänke, Container, Kleiderbügel, etc. In diesen Fällen müssen häufig auch Neumaterial und sonstige Füllstoffe hinzugemischt werden, um auch die geringen Qualitätsanforderungen erfüllen zu können.

Als Alternative zu der Naßaufbereitung wurden Extraktionsverfahren entwickelt, bei denen die Reinigung anstelle durch Wasser durch ein FCKW- und aromafreies Extraktionsmittel erfolgt. Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise unter dem Namen NOREC bekannt. Die Anwendung dieses Verfahrens ist auf dünnwandige Verpackungen aus Polyethylen und Polypropylen und dünnwandige Kunststoffverpackungen aus Polyolephinen beschränkt.

Als Vorteile des NOREC-Verfahrens gegenüber der herkömmlichen Naßaufbereitung mit Wasser werden ein wesentlich geringerer Energieaufwand und eine bessere Reinigungswirkung genannt.

Die oben genannten Reinigungsverfahren werden jedoch nur für praktisch sortenrein angelieferte Kunststoffkomponenten verwendet. Bisher ist noch kein Recyclingverfahren bekannt, mit dem mehrere Kunststoffsorten enthaltende Abfälle derart aufbereitet werden können, daß ein Recyclat erhalten wird, das hinsichtlich der Stoffeigenschaften praktisch einer Neuware entspricht.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Recyclingverfahren zu schaffen, das bei minimalem verfahrenstechnischen Aufwand eine einfache Aufbereitung von Abfällen ermöglicht, die mehrere Kunststoffsorten enthalten.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Durch die Maßnahme, die Kunststoffabfälle zunächst einem Naßaufbereitungs- und einem mechanischen Trennschritt zu unterziehen und die naß aufbereiteten und mechanisch getrennten Fraktionen anschließend in einem Extraktor mit einem Extraktionsmittel zu beaufschlagen, gelingt es, die Kunststoffgemische und Verbundmaterialien in sortenreine Kunststoffe aufzutrennen, die praktisch keinerlei Verunreinigungen mehr aufweisen. Durch die Hintereinanderschaltung von Naßaufbereitung und Extraktion kann der verfahrenstechnische Aufwand zur Durchführung der Extraktion und somit die Menge an Extraktionsmittel auf ein Minimum reduziert werden, so daß auch aus umwelttechnischer Hinsicht allen bestehenden Anforderungen genüge getan ist.

Das erfundungsgemäße Verfahren ist besonders vorteilhaft bei Abfällen anwendbar, die Kunststoffe aus der Gruppe PP, PET, PVC, PS, LDPE, HDPE und PUR, Metalle wie Fe und Al und/oder thermisch verwertbare Reststoffe enthalten.

Für den Fall, daß die Abfälle Verbundmaterialien enthalten, werden diese vorteilhafter Weise vor der Naßaufbereitung in die Kunststoffkomponenten und die sonstigen Materialien aufgetrennt. Für eine derartige Auftrennung läßt sich besonders vorteilhaft ein Ultraschall-Trennverfahren verwenden, bei dem die Verbundmaterialien einer hohen Beschleunigung ausgesetzt werden.

Die Naßaufbereitung kann vor der eigentlichen mechanischen Auftrennung der Kunststoffgemische in die einzelnen Fraktionen erfolgen. Es ist jedoch auch möglich, daß die Kunststoffgemische zunächst aufgetrennt und dann einer Naßaufbereitung unterzogen werden.

Die Naßaufbereitung ist besonders effektiv, wenn die Kunststoffgemische oder die zuvor getrennten sortenreinen Kunststofffraktionen vor der Naßaufbereitung zerkleinert werden, so daß eine maximale spezifische Oberfläche zur Verfügung gestellt wird.

Die Naßaufbereitung erfolgte vorzugsweise mit Wasser, das auf Temperaturen zwischen 60 bis 95°C, vorzugsweise 90°C gebracht wird. Die Extraktion erfolgt mit einem FCKW- und aromatfreien Extraktionsmittel, beispielsweise Ethylacetat.

Das nach dem Extraktionsschritt am sortenreinen Kunststoff anhaftende Extraktionsmittel wird durch Wasser oder durch eine thermische Behandlung abgetrennt und zum Extraktionsprozeß zurückgeführt.

Die durch die Naßaufbereitung und den Extraktionsschritt gereinigte Kunststofffraktion wird bevorzugterweise durch Extrusion und Granulierung homogenisiert und in einen transport- und verkaufsfähigen Zustand gebracht.

Für den Fall, daß der Abfall auch eine sortenreine Kunststofffraktion enthält, kann diese unter Umgehung des Naßaufbereitungsschrittes nach dem Zerkleinern direkt dem Extraktionsschritt zugeführt werden.

Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Unteransprüche.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** ein Ablaufschema eines erfundungsgemäßen Recyclingverfahrens und

**Fig. 2** ein Ablaufschema einer mechanischen Trennung, die alternativ in den erfundungsgemäßen Recyclingverfahren verwendet wird.

Wie bereits eingangs beschrieben wurde, werden die in gewerblichen oder Haushaltsabfällen enthaltenen Kunststoffe, beispielsweise Verpackungsfolien, Hohlkörper (Flaschen, Behälter, etc.) und Verbundmaterialien aus Kunststoffen und sonstigen Materialien (Metall, Compounds, etc.) im folgenden Verbunde genannt, nicht sauber und sortenrein zur Abfallaufbereitungsanlage angeliefert. Auch die nach dem "Dualen System Deutschland" (DSD) angelieferten Abfälle sind in der Regel weder gereinigt noch sortenrein, so daß erhebliche Anstrengungen zur Aufbereitung der Wertstoffe erforderlich sind.

Durch das erfundungsgemäße Verfahren sollen die genannten Verbundmaterialien (Verpackungen, Elektronikschrott, Kabelreste, etc.), Hohlkörpergemische, Foliengemische, sonstige Kunststoffgemische sowie sortenreine Folien, sortenreine Hohlkörper und sortenreine Kunststoffabfälle aus Gewerbe und Industrie aufbereitet werden.

Vergleichsweise einfach gestaltet sich die Aufbereitung der sortenreinen Folien, Hohlkörper und Kunststoffabfälle, die getrennt nach Kunststoffart (beispielsweise Polypropylen (PP), Polyethylenglykolterephthalat (PET), Polyvinylchlorid (PVC), Polyesterol (PS), Polyethylen niedriger Dichte (LDPE), Polyethylen hoher Dichte (HDPE) und Polyurethan (PUR)) einem Zerkleinerungsschritt zugeführt werden, in dem die Kunststoffe auf eine vorbestimmte Größe gebracht werden. Nach dem Zerkleinerungsschritt, der über Shredder oder Schneidmühlen erfolgen kann, liegen diese Kunststoffe sortenrein als Folienschnitzel oder Kunststoffstücke mit einem Maximaldurchmesser von etwa 3 cm vor. Diese zerkleinerte, sortenreine Fraktion wird in Zwischenlagern gespeichert. Die Zwischenlagerung kann beispielsweise durch Kunststoffsilos erfolgen.

Die nicht sortenrein vorliegenden Bestandteile des angelieferten kunststoffhaltigen Abfalls, d. h. die Verbunde, Hohlkörper-, Folien- und Kunststoffgemische werden zunächst gemäß Fig. 1 mechanisch ab- und aufgetrennt (Schritt 1), anschließend oder zuvor einer Naßaufbereitung (Schritt 2) unterzogen und in einem abschließendem Reinigungsschritt die löslichen Komponenten durch ein geeignetes Extraktionsmittel gelöst (Schritt 3).

Die mechanisch/physikalische Auf trennung kann auf

vielfältige Weise erfolgen. Nur beispielhaft ist in Fig. 1 eine mechanische Ab- und Auf trennung angedeutet, bei der die angelieferten Verbunde und Kunststoffgemische zunächst einer manuellen Sortieranlage zur Vorsortierung zugeführt

werden. Dazu wird das angelieferte Material auf ein Förderband aufgebracht und von Hand sortiert, so daß eine Grob sortierung in organische Bestandteile, thermisch verwertbare Materialien, Thermoplastgemische, Verbunde und Metall erfolgt.

10 Die organischen Materialien können beispielsweise in einen Bioreaktor zu Methangas weiterverarbeitet werden, das dann zur Energierückgewinnung nutzbar ist.

Die wirtschaftlich verwertbaren Materialien, wie beispielsweise die aus sortierten Metalle und die thermisch verwendbare Ware wird separiert und einer Vernmarktung zugeführt. Die anfallenden Reststoffe, für die kein Markt vorhanden ist und die auch nicht biologisch abbaubar sind, werden entsorgt, wobei prinzipiell eine Ablagerung auf einer Depo nie oder eine thermische Verwertung in Frage kommen.

15 Nach der ersten Vorsortierung wird der verbleibende Abfallstrom einer weitgehend automatisierten mechanischen Auf trennung zugeführt, in der der Stoffstrom in seine Einzelkomponenten aufgetrennt wird.

In Fig. 2 ist ein Beispiel für eine derartige mechanisch/

20 physikalische Auf trennung dargestellt. Die vorsortierten Kunststoffgemische, die je nach Abfallart noch mit Glas, Holz, Pappe, organischen Materialien und Metallen (Al, Cu, Cr-Ni, Pb, Stahl, etc.) vermischt sein können, die bei der Vorsortierung nicht ausgesondert wurden, werden zunächst

25 mit einem Shredder und/oder einer Schneidmühle (vorzerkleinert und auf eine vorbestimmte Größe gebracht. Wie bei den sortenrein angelieferten Stoffen kann diese vorbestimmte Größe, beispielsweise auf einen Maximaldurchmesser von 3 cm beschränkt sein.

30 Die vorgenannten Shredder und Schneid- oder Schermühlen dienen zum Zerkleinern weicher, elastischer und zäher Stoffe und sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt, so daß hier der Einfachheit halber auf eine detaillierte Beschreibung der verwendeten Vorrichtung verzichtet werden kann. Das gleiche gilt prinzipiell auch für die sonstigen Apparate, die für die im folgenden beschriebenen Verfahrensschritte verwendet werden, so daß sich auf eine Beschreibung der wesentlichen Merkmale der verwendeten Apparate und Gerätschaften beschränkt werden kann. Nach

35 der Zerkleinerung kann der Stoffstrom zwischengelagert (Fig. 2) oder direkt zum nächsten Verarbeitungsschritt gebracht werden.

40 Gemäß Fig. 2 wird der vorsortierte Stoffstrom nach der Zerkleinerung und gegebenenfalls der Zwischenlagerung an einem Magnetabscheider vorbeigeführt, über den magnetische Bestandteile, wie beispielsweise Eisen abgeschieden werden. Dazu kann beispielsweise ein Magnettrömmelabscheider verwendet werden, bei dem der zu trennende Stoffstrom auf eine Schüttelrutsche gegeben wird, auf der die Teile gleichmäßig verteilt werden. Der Stoffstrom wird einer Scheidetrommel durchgeführt, die einen feststehenden Elektromagneten enthält, der nur auf einen Teilbereich der Trommel wirkt. Die nicht magnetisierbaren Teile erfahren keine Kraftwirkung durch den Elektromagneten und werden

45 weiter gefördert. Die magnetisierbaren Teile werden von dem Elektromagneten angezogen und haften an der drehenden Walze. An der Unterseite der Walze nimmt die Anziehungskraft des Magneten ab und die magnetisierbaren Stoffe fallen unter Wirkung ihres Eigengewichtes in einen Sammelbehälter oder auf ein weiteres Förderband. Selbstverständlich sind auch andere Magnetabscheider verwendbar, die vorzugsweise kontinuierlich wirken sollten.

50 Insbesondere dann, wenn der auf zutrennende Stoffstrom

Verbundmaterialien, wie beispielsweise Kunststoffcompound, Elektronikschrott, Kabelreste, etc. enthält, wird bei der mechanischen Auftrennung noch ein Verfahrensschritt vorgesehen, in dem die Verbunde aufgetrennt werden, so daß die Kunststoffbestandteile der Verbundmaterialien von den sonstigen Materialien abgetrennt werden.

Zur Auftrennung der Verbunde kann man beispielsweise die zerkleinerten Stoffe einer vergleichsweise hohen Beschleunigung aussetzen, durch die die Adhäsionskräfte überwunden und somit das Verbundmaterial in seine Ausgangsbestandteile aufgetrennt wird. Eine derartige hohe Teilchenbeschleunigung kann beispielsweise durch Ultraschall-Trenneinrichtungen – sogenannte Beschleuniger – erzeugt werden, bei denen der aufzutrennende Stoffstrom mit Ultraschall beaufschlagt wird. Durch diese Ultraschallbeaufschlagung der Verbunde werden sowohl die Kunststoffcompounds als auch die mit metallischen Materialien versetzten Verbunde soweit aufgetrennt, daß die thermoplastischen Kunststoffbestandteile in einem weiteren Verfahrensschritt mechanisch aufbereitet werden können.

Zur Trennung der sonstigen Bestandteile (Metalle, duroplastische Kunststoffe, Glas, Holz, Pappe, organische Materialien, etc.) von den thermoplastischen Bestandteilen wird der Stoffstrom einem oder mehreren Klassierungsschritten zugeführt. Dabei kann eine Vorklassierung beispielsweise durch Sieben oder Sichten erfolgen. Ein derartiges Sichten kann zur Trennung von Haufwerken mit Korngrößen von mehreren Mikrometern ( $\mu\text{m}$ ) bis 5 mm eingesetzt werden.

Die Klassierung durch Sichten beruht auf dem unterschiedlichen großen Luftwiderstand verschieden großer Teilchen in einem Lufstrom. Die Sichtung kann beispielsweise in einem Querstromsichter erfolgen, bei dem der Luftstrom quer zum Stoffstrom verläuft. Selbstverständlich sind auch andere Sichterbauarten, wie beispielsweise Zick-Zack-Sichter oder Streutellersichter verwendbar.

Durch das Sichten lassen sich Bestandteile mit einem spezifischen Gewicht, das sich wesentlich von denjenigen der Kunststoffmaterialien unterscheiden, zuverlässig abscheiden. Derartige Stoffe sind beispielsweise Glas, Holz, Papier/Pappe, organische Materialien und die vorgenannten Metalle. Diese Stoffe werden in Abhängigkeit von ihrem spezifischen Gewicht getrennt und in eigenen Containern gesammelt. Da diese Materialien Wertsstoffe sind, können diese einer weiteren Verwendung zugeführt werden.

Das Sichten versagt dann, wenn Materialien mit etwa gleichen Dichten im Stoffstrom enthalten sind. Derartige Materialpaarungen sind beispielsweise PP, PET, PVC, PS; LDPE, HDPE; Al, PUR. D.h. durch einmaliges Windsichten kann der Stoffstrom lediglich in einige Untergruppen (Schwerfraktion, Leichtfraktion) aufgeteilt werden, in denen jeweils die vorgenannten Stoffpaarungen enthalten sind. Das Sichten wird bei schwierigen Stoffmischungen mit einer Vielzahl von Kunststoffsorten mit Siebschritten kombiniert, an die sich gegebenenfalls wiederum ein Sichten anschließen kann. In Fig. 2 wird der Siebschritt jeweils im Anschluß an den Schritt des Sichtens dargestellt – diese vereinfachte Darstellung schließt jedoch auch mehrere wechselnd hintereinander angeordnete Sicht- und Siebschritte mit ein, die gegebenenfalls zur Auftrennung erforderlich sind.

Durch einen Siebschritt vor oder nach dem Sichten lassen sich relativ einfach Grobstoffe (Pappe, etc.) abtrennen. Der Siebrückstand kann dann wiederum durch Sichten weiter aufgetrennt werden.

Die Auftrennung in die Einzelkomponenten muß somit durch Kombination mit einem weiteren Verfahrensschritt erfolgen. Dies kann beispielsweise durch Kombination mit einer Siebklassierung durchgeführt werden. Durch sogenannte Feinsieb-Trenneinrichtungen in Kombination mit

Sichtern oder Beschleunigern können die Komponenten einer Gruppe, beispielsweise PP und PET, getrennt und dann sortenrein einem entsprechenden Speicher, beispielsweise einem Silo zugeführt werden. Durch die mechanisch/physikalische Trennung kann auch eine Abtrennung von Aluminium, das in Al-Kunststoffverbundmaterial enthalten ist, von dem Kunststoffmaterial mit etwa gleicher Dichte, beispielsweise PUR erfolgen, so daß auch eine sortenreine Abtrennung von Al durchführbar ist.

10 Nach dem Durchlauf der Siebeinrichtungen, die gegebenenfalls nochmals mit Sichtern und Beschleunigern zusammenwirken können, werden die sortenreinen Komponenten (PP, PET, PVC, PS, LDPE, HDPE, PUR und Al) in Silos geführt und zwischengelagert.

15 Die einzelnen Anlagenkomponenten, d. h. Shredder, Schneidmühlen, Magnetabscheider, Ultraschalltrenneinrichtungen (Beschleuniger), Sichter und Siebeinrichtungen sind jeweils als geschlossene Systeme ausgeführt und werden mit Unterdruck betrieben. Zur Beherrschung der Staubexplosionsgefahr sind die gefährdeten Bereiche druckstoffsicher oder druckentlastend ausgeführt.

Die nach der mechanischen Auftrennung anfallenden Metalle (Aluminium, Eisen, etc.) werden – wie bereits bei der Vorsortierung – verkauft und die nicht verwertbaren Reststoffe deponiert oder thermisch verwertet.

Neben der mechanischen Auftrennung werden die angefallenen sortenreinen Thermoplaste einer Naßaufbereitung unterzogen. In dem die mechanische Auftrennung darstellenden Ablaufschema gemäß Fig. 2 erfolgt die Naßaufbereitung nach der Auftrennung in die Thermoplastkomponenten.

Die Naßaufbereitung kann jedoch auch vor dem mechanischen Auf trenn-Schritt oder zwischen den Teilschritten (Zerkleinerung und Trennung) des Auf trenn-Schrittes erfolgen, so daß ein Thermoplastgemisch die Naßaufbereitung durchläuft und erst anschließend mechanisch aufgetrennt wird. Bei dieser Variante erfolgt allerdings vor der Naßaufbereitung eine Verbundstofftrennung, bei der die Verbunde in Thermoplaste und sonstige Materialien (Metalle und sonstige Reststoffe) aufgetrennt werden. Bei diesem Verbundstoff-Trennschritt wird die vorbeschriebene Ultraschalltrennung (Beschleuniger) verwendet, um die Kunststoffe von den sonstigen Materialien abzutrennen.

Je nach Vorgehensweise werden die sortenreinen Kunststoffkomponenten (mechanische Auftrennung nach Fig. 2) oder die nach der Sortieranlage und der Verbundstofftrennung anfallenden Thermoplastgemische einer Naßaufbereitung unterzogen, in der die Oberflächen der Stoffe oder Stoffgemische gereinigt werden.

Als Reinigungsmedium wird dabei vorzugsweise Wasser verwendet, das auf eine Temperatur zwischen 60 und 95°C, vorzugsweise etwa 90°C erwärmt ist. Durch diese Naßaufbereitung werden an der Oberfläche anhaftende Verschmutzungen, Faulstoffe, organische Bestandteile, Rückstände (bei Behältern beispielsweise die Rückstände des aufgenommenen Gutes) und gegebenenfalls Druckfarben entfernt. Die Naßaufbereitung kann zweistufig mit unterschiedlichen Wassertemperaturen oder Wasserdrücken erfolgen.

In dem Fall, in dem die Kunststoffgemische vorgereinigt werden, erfolgt erst im Anschluß daran die mechanische Auftrennung, wie sie in Fig. 2 angedeutet ist. Bei dieser Vorgehensweise werden die Thermoplastgemische allerdings vor der Naßaufbereitung über Shredder/Schneidmühlen auf die vorbestimmte Korngröße gebracht.

Wie Fig. 1 weiterhin entnehmbar ist, kann bei sortenrein angelieferten Kunststoffen auf die Naßaufbereitung verzichtet werden, so daß diese Kunststoffe direkt nach dem Zerkleinerungsschritt (Shredder/Schneidmühle) in die Silos

eingelagert werden können. Falls die Verbundstoffe nicht verschmutzt sind, können diese auch ohne Naßaufbereitung weiterverarbeitet werden.

Die naßaufbereiteten, sortenreinen Kunststoffe können dann in Zwischenlagern gesammelt werden.

Nach der mechanischen Auf trennung (Schritt 1) und Naßaufbereitung (Schritt 2) der thermoplastischen Kunststoffbestandteile werden diese nach Sorten getrennt einem weiteren Reinigungsschritt (Schritt 3) zugeführt. In diesem werden die löslichen Bestandteile der Kunststoffteilchen (Kunststoffschmelze) durch ein FCKW- und aromafreies Extraktionsmittel, beispielsweise Ethylacetat entfernt. Dabei können auch durch Füllgüter (Behälter) von innen und durch Umweltbedingungen von außen eindiffundierte Substanzen, insbesondere Geruchsstoffe entfernt werden. Darüber hinaus können während der vorbeschriebenen Vorbehandlungsschritte zu wachsartigen Substanzen abgebaute Polymere, die sich in der Polymermatrix angelagert hatten, herausgelöst werden. Nach diesem Verfahren ist es somit möglich, die an den Kunststoffen anhaftenden mineralischen und fettigen Verschmutzungen sowie vernetzte Druckfarben zu entfernen. Des Weiteren werden migrationsfähige Inhaltsstoffe herausgelöst.

Wie eingangs erwähnt, ist das Extraktionsverfahren als solches bereits als NOREC-Verfahren bekannt.

Die Extraktion erfolgt in einem Karussellextraktor, in dem eine mehrstufige Extraktion durchgeführt wird. Bei einem derartigen Karussellextraktor befindet sich in einem feststehenden Rundtrog mit Schlitzboden ein Zellenrad, das sich langsam dreht. Dieses Zellenrad ist in voneinander getrennte Zellen unterteilt, in die das Extraktionsgut, d. h. die sortenreinen Kunststoffe eingefüllt werden. Das Extraktionsgut dreht sich langsam mit dem Zellenrad weiter und wird während des Umlaufes mit Lösungsmittel berieselt. Dieses sickert durch das Extraktionsgut, löst die vorbeschriebenen Bestandteile aus und fließt unten durch den Schlitzboden in eine Auffangwanne. Nachdem das Extraktionsgut eine Umdrehung des Zellenrades mitgenommen hat und dabei ausgelaugt wurde, fällt es durch eine Öffnung im feststehenden Schlitzbogen aus dem Extraktor.

Bei einer derartigen Karussellanordnung werden die Zellen des Zellenrades kontinuierlich mit frischem Extraktionsgut gefüllt und fallen nach einer Zellenradumdrehung kontinuierlich nach unten heraus. Das Extraktionsmittel wird ebenfalls kontinuierlich zugetragen und läuft mit Extrakt beladen kontinuierlich ab. Das Lösungsmittel wird dabei im Gegenstrom zum unlaufenden Extraktionsgut geführt.

Durch diesen Extraktionsschritt werden die vorgenannten Verunreinigungen abgelöst und mit dem Extraktionsmittel (Ethylacetat) abgeführt.

Das beladene Extraktionsmittel wird anschließend aufbereitet, wobei beispielsweise durch Erhitzung auf eine Temperatur oberhalb des Siedepunktes des Extraktionsmittels letzteres verdampft und somit thermisch von den Rückständen getrennt wird. Das anschließend kondensierte Extraktionsmittel kann wieder kontinuierlich und nahezu verlustfrei dem Extraktionsprozeß zugeführt werden. Die thermisch abgetrennten Reststoffe werden anschließend entsorgt (Deponie, thermische Verwertung).

Das an den sortenreinen Kunststoffen anhaftende Extraktionsmittel wird durch Wasser abgespült und anschließend getrocknet oder thermisch durch Erwärmung abgeführt.

Das im erst genannten Fall anfallende Gemisch aus Wasser und Extraktionsmittel wird wiederum thermisch aufgetrennt, so daß sowohl das Reinigungswasser als auch das Extraktionsmittel dem Prozeß zurückgeführt werden können.

Anstelle des Karussellextraktors können selbstverständ-

lich auch andere kontinuierlich arbeitende Extraktorenarten, wie beispielsweise Förderschnecken-Extraktoren oder Band-Extraktoren verwendet werden.

Im Anschluß an den Extraktionsschritt kann wiederum eine Zwischenlagerung der sortenreinen Kunststoffkomponenten erfolgen.

In einem weiteren Aufbereitungsschritt werden die sortenreinen, gereinigten Thermoplaste extrudiert und anschließend granuliert, so daß homogenisierte und verarbeitungsfertige Rohstoffe vorliegen.

Wie in Fig. 1 angedeutet ist, werden die nach der Extrusion anfallenden Granulate in Granulatsilos gesammelt und dann in die jeweilige Verkaufs- oder Transporteinheiten gebracht.

Im Anschluß an die Aufbereitung liegt ein hochwertiges Recyclat vor, das sich hinsichtlich seiner Stoffeigenschaften praktisch nicht von einer entsprechenden Neuware unterscheidet. Das Recyclat kann somit ohne jegliche Einschränkungen in den Produktionskreislauf zurückgeführt werden.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist es erstmals möglich, praktisch beliebige thermoplastische Kunststoffgemische aus Haushalts-, Industrie- und Gewerbeabfällen aufzubereiten, zu trennen und sortenrein einer weiteren, hochwertigen Verwendung zuzuführen.

25

#### Patentansprüche

1. Recyclingverfahren zur Aufbereitung von Abfällen, die Kunststoffgemische und Kunststoff-Verbundmaterialien enthalten, mit den Schritten:

- mechanische Auf trennung der Kunststoffgemische und Verbundmaterialien in sortenreine Kunststoffe und sonstige Reststoffe,
- Naßaufbereitung der sortenreinen Kunststoffe oder Kunststoffgemische zur Oberflächenreinigung; und
- Extraktion von löslichen Bestandteilen der Kunststoffe mittels eines Extraktionsmittels.

2. Recyclingverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffgemische Kunststoffe aus der Gruppe PP, PET, PVC, PS, LDPE, HDPE und PUR und die Verbundmaterialien Metalle und/oder thermisch verwertbare Reststoffe sowie einen oder mehrere der vorgenannten Kunststoffe enthalten.

3. Recyclingverfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbundmaterialien vor der Naßaufbereitung in die Kunststoffkomponenten, Reststoffe und gegebenenfalls metallischen Komponenten aufgetrennt werden.

4. Recyclingverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die sortenreinen Kunststoffe nach der Naßaufbereitung getrocknet werden.

5. Recyclingverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffe oder Kunststoffgemische vor der Naßaufbereitung zerkleinert werden.

6. Recyclingverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Naßaufbereitung mit Wasser und die Extraktion mit einem FCKW- und aromafreien Extraktionsmittel erfolgt.

7. Recyclingverfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Extraktionsmittel Ethylacetat verwendet wird.

8. Recyclingverfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an dem Kunststoff anhaftende Extraktionsmittel durch Wasser oder durch Erhitzen vom Kunststoff getrennt wird.

9. Recyclingverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffe nach dem Extraktionsschritt extrudiert und granuliert werden.
10. Recyclingverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbundmaterialien Verpackungen, Elektronikschrott, Al-Verbundmaterialien oder Kabelreste und die Kunststoffgemische Hohlkörper, Folien und sonstige Kunststoffbestandteile enthalten. 5
11. Recyclingverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mechanische Trennschritt eine Stofftrennung mittels Ultraschall, eine Sichtung und/oder einen Siebschritt enthält. 10
12. Recyclingverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Naßaufbereitung bei einer Temperatur von 60 bis 95°C, vorzugsweise 90°C durchgeführt wird.
13. Recyclingverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine im Abfall enthaltende sortenreine Kunststofffraktion zerkleinert und ohne Naßaufbereitung der Extraktion zugeführt wird. 20
14. Recyclingverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine im Abfall enthaltene organische Fraktion bei der mechanischen Aufbereitung abgetrennt wird. 25

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

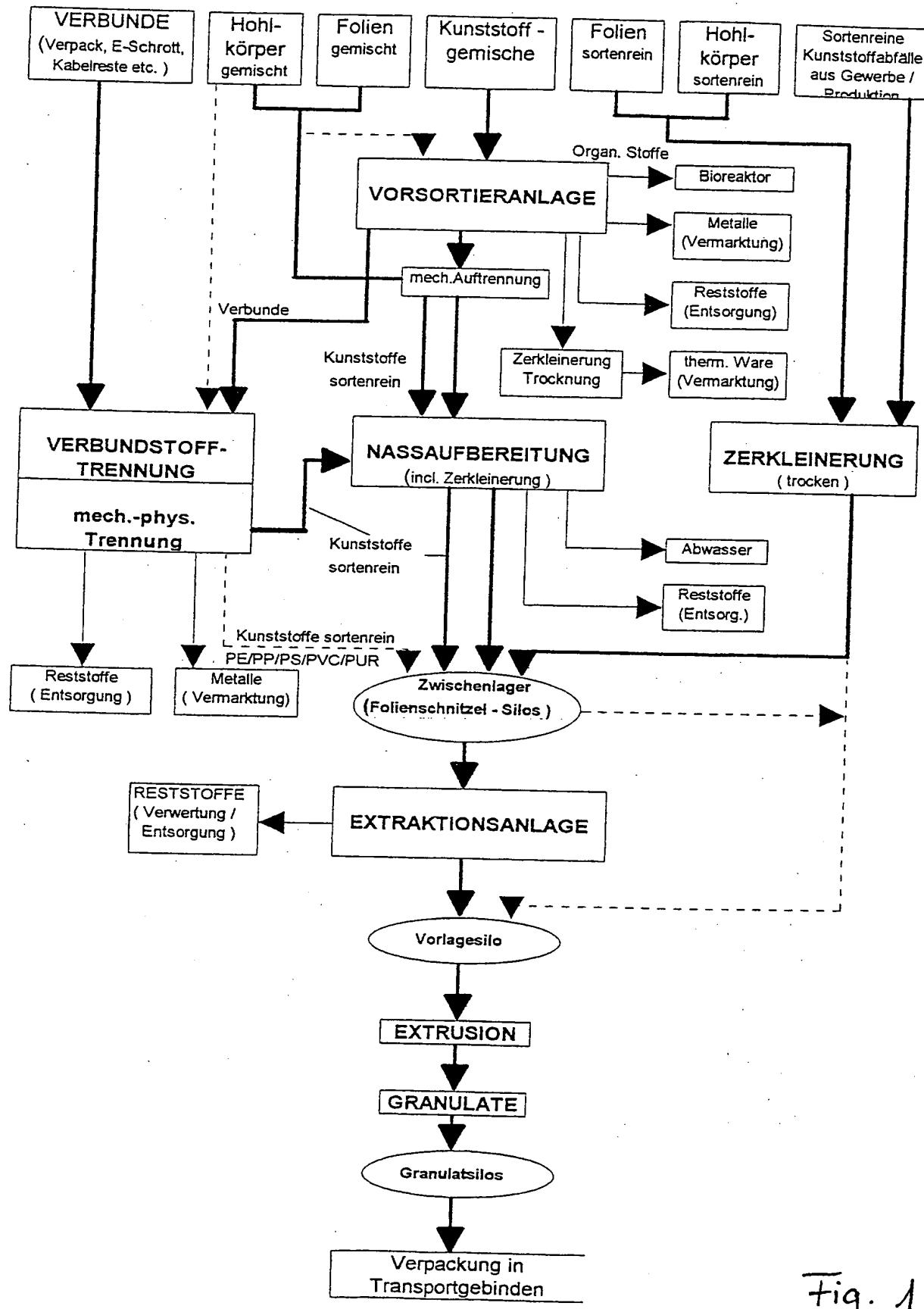


Fig. 1

Schema der mechanisch - physikalischen Trennung

